

# Inventarisasi Emisi CO<sub>2</sub> Berdasarkan Penggunaan Energi pada Industri Galangan Kapal

Islahiya Yuli Ayona<sup>1</sup>, Ahmad Erlan Afiuddin<sup>2</sup>, Fitri Hardiyanti<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail : Ayona658@gmail.com

## Abstrak

Industri galangan kapal merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan kapal. Dengan kapasitas yang besar industri ini bisa menyebabkan efek gas rumah kaca dari pembakaran bahan bakar fosil dan penggunaan energi. Efek gas rumah kaca biasa terjadi karena berlebihnya gas CO<sub>2</sub> di atmosfer yang memiliki dampak peningkatan suhu di bumi, perubahan iklim, dan naiknya permukaan air laut. Industri galangan kapal merupakan salah satu industri yang berpotensi menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang cukup besar, untuk itulah dilakukan penelitian mengenai perhitungan inventarisasi emisi CO<sub>2</sub>. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menghitung jumlah emisi karbon dioksida di area bengkel, *assembly*, gudang dan kantor pada galangan kapal. Langkah pertama untuk menghitung jumlah emisi karbon ini dimulai dengan mengidentifikasi sumber emisi karbon dioksida selanjutnya menghitung inventarisasi emisinya dimana perhitungannya mengacu pada IPCC 2006. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, total emisi CO<sub>2</sub> primer dan sekunder di galangan kapal sebesar 358.693,723 ton CO<sub>2</sub>/tahun.

**Kata kunci :** CO<sub>2</sub>, galangan kapal, gas rumah kaca

## 1. PENDAHULUAN

Industri galangan kapal selain menghasilkan berbagai macam jenis kapal dengan kapasitas besar tentunya galangan kapal juga menghasilkan limbah, polutan atau emisi gas dari proses pembuatan kapal. Energi dan pembakaran bahan bakar fosil memiliki peranan penting dalam menghasilkan emisi salah satunya gas CO<sub>2</sub>. Dari gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan ini perlu diadakannya pengukuran emisi gas CO<sub>2</sub> atau pengendalian agar emisi Gas CO<sub>2</sub> ini terkontrol dan tidak merugikan.

Sumber pencemaran udara di industri galangan kapal bisa berasal dari beberapa kegiatan baik di bengkel, kantor maupun area galangannya sendiri. Beberapa aktivitas di lokasi tersebut memiliki potensi cukup besar sebagai penyumbang pencemaran udara dan memberikan dampak berupa efek gas rumah kaca. Gas rumah kaca memiliki fungsi sebagai mantel bumi akan tetapi berlebihnya gas-gas tersebut juga memberikan dampak negatif pada bumi.

Jejak karbon adalah suatu ukuran jumlah total dari emisi karbon dioksida yang secara langsung ataupun tidak disebabkan karena aktivitas dan akumulasi yang berlebihan dari penggunaan produk dalam kehidupan sehari-hari (Wiedman & Minx, 2007). Jejak karbon dibagi menjadi dua yakni primer dan sekunder. Jejak karbon primer, yaitu ukuran emisi dari CO<sub>2</sub> yang bersifat langsung. Emisi ini didapat dari hasil pembakaran bahan bakar fosil secara langsung, sedangkan jejak karbon sekunder yaitu ukuran emisi CO<sub>2</sub> yang bersifat tidak langsung. Emisi ini diperoleh dari penggunaan produk yang digunakan dengan memanfaatkan sumber energi listrik.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada februari 2018 sampai dengan juni 2018. Perhitungan emisi karbon dioksida dilakukan di beberapa lokasi yaitu kantor yang meliputi HSE, produksi, PPIC, *engineering*, dan gudang, selain itu juga dilakukan di beberapa area bengkel seperti fabrikasi, *outfitting*, *assembly*, dan juga listrik. Dari beberapa lokasi dilakukan inventarisasi emisi sekunder dan primer kemudian dari data tersebut akan digunakan untuk mencari kebutuhan ruang terbuka hijau. Untuk melakukan inventarisasi emisi bisa dilakukan dengan metode perhitungan sebagai berikut :

a.) Perhitungan emisi karbon dioksida primer bisa dengan menggunakan rumus :

$$\text{Emisi CO}_2 = a \times EF \times NCV$$

Dimana :

Emisi CO<sub>2</sub> = total emisi CO<sub>2</sub> (g karbon)  
 A = konsumsi bahan bakar (kg)  
 EF = faktor emisi CO<sub>2</sub> bahan bakar (satuan massa/MJ)  
 NCV = Net Calorific Volume (energy content) per unit massa atau volume bahan bakar (TJ/ton fuel)

b.) Perhitungan emisi karbon dioksida sekunder bisa dengan menggunakan rumus :

$$\text{Emisi CO}_2 = \sum FC \times CEF$$

Dimana :

$\sum FC$  = jumlah listrik yang dikonsumsi (Kwh)

CEF = Carbon Emission Factor (kg CO<sub>2</sub>/Kwh)

c.) Perhitungan emisi karbon dioksida total

$$\text{Emisi CO}_2 \text{ total} = \text{emisi CO}_2 \text{ primer} + \text{emisi CO}_2 \text{ sekunder}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis nilai CO<sub>2</sub> ini terlebih dahulu dilakukan penentuan lokasi dan sumber yang akan dihitung inventarisasinya. Perhitungan inventarisasi ini dilakukan di beberapa area perbengkelan dan juga kantor pada galangan kapal :

**Tabel 4.** Lokasi inventarisasi emisi

No.	Nama Kantor	No.	Nama Bengkel
1.	PPIC	5.	Fabrikasi
2.	Engineering	6.	Outfitting
3.	Produksi	7.	Gudang
4.	HSE	8.	Assembly
		9.	Listrik

Perhitungan CO<sub>2</sub> primer

Perhitungan CO<sub>2</sub> primer ini dengan melakukan inventarisasi dari penggunaan energi seperti solar dan LPG yang nantinya akan dikalikan dengan faktor emisi dan kalornya seperti berikut ini :

➤ Solar yang digunakan sebesar 1.800.000 liter/tahun dan menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \sum FC \times CEF \times NCV \\ &= 1.800.000 \text{ liter/tahun} \times 0,000036 \text{ Tj/liter} \times 74,1 \text{ tonCO}_2/\text{Tj} \\ &= 4801,68 \text{ tonCO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

➤ LPG yang digunakan sebesar 72 Kg/tahun dan menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= a \times EF_{\text{CO}_2} \times NCV_{\text{LPG}} \\ &= 72 \text{ Kg/tahun} \times 63,1 \text{ grCO}_2/\text{MJ} \times 47,3 \text{ GR CO}_2/\text{tahun} \\ &= 214,89 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

✓ Emisi CO<sub>2</sub> total = 5016,57 ton CO<sub>2</sub>/tahun

Perhitungan CO<sub>2</sub> sekunder

Emisi CO<sub>2</sub> sekunder merupakan emisi yang dihasilkan dari peralatan elektronik yang pemakaiannya menggunakan sumber daya dari listrik. Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> sekunder ini dilakukan dengan cara mengalikan besar daya dari setiap alat elektronik dengan faktor emisi CO<sub>2</sub>. Untuk perhitungan beban emisi CO<sub>2</sub> sekunder bisa diambil contoh seperti dibawah ini :

- Jumlah alat = 3 unit
- Jenis alat = komputer
- Jam operasi = 16896 jam/tahun
- Daya = 3,04 KWh
- Faktor emisi = 0,59 kgCO<sub>2</sub>/tahun

Dari data diatas bisa dihitung total konsumsi listrik yang dihasilkan adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah konsumsi listrik/tahun} &= \text{jumlah alat} \times \text{jam operasi} \times \text{daya} \\ &= 3 \times 16896 \text{ jam/tahun} \times 3,04 \text{ KWh} \\ &= 154.091,52 \text{ KWh/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \sum FC \times CEF \\ &= 154.091,52 \text{ KWh/tahun} \times 0,59 \text{ Kg CO}_2/\text{KWh} \\ &= 90,9139968 \text{ tonCO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan diatas perhitungan CO<sub>2</sub> sekunder setiap alat seperti pada Tabel 2 :

**Tabel 2.** Perhitungan CO<sub>2</sub> di kantor HSE

No	Nama Alat	Jumlah Unit	Jam Operasi		Daya (kWh)	Faktor Emisi (kg CO <sub>2</sub> /Kwh)	Emisi (ton CO <sub>2</sub> /tahun)
			Jam / hari	Jam/ tahun			
1	Komputer	3	8	16896	3,04	0,59	90,9139968
2	AC ruangan	1	8	16896	2,64	0,59	26,3172096
3	Mesin printer	1	8	16896	0,104	0,59	1,03673856
4	Mesin laminating	1	1	264	0,65	0,59	0,101244
5	Dispenser	2	8	16896	2	0,59	39,87456
6	Lampu TL	5	8	16896	0,32	0,59	15,949824
7	Kipas angin	1	2	1056	0,206	0,59	0,12834624
8	Telepon	1	24	152064	0,0696	0,59	6,244356096
Total jumlah emisi							180,5662753

Dari tabel diatas, nilai CO<sub>2</sub> untuk setiap lokasi sebagai berikut :

**Tabel 3.** Nilai emisi CO<sub>2</sub> di setiap lokasi

No.	Nama	Emisi (ton CO <sub>2</sub> /tahun)	No.	Nama	Emisi (tonCO <sub>2</sub> /tahun)
1.	PPIC	419,46	6.	Outfitting	27.574,22
2.	Engineering	488,64	7.	Gudang	69.855,20
3.	Produksi	248,79	8.	Assembly	140.476,29
4.	HSE	180,57	9.	Bengkel Listrik	45.117,27
5.	Fabrikasi	69.531,39			
Total CO <sub>2</sub> sekunder 353.891,83 (tonCO <sub>2</sub> /tahun)					

Berdasarkan tabel perhitungan diatas bisa dilihat bahwa tempat yang menghasilkan beban emisi terbesar adalah tempat *assembly* dimana ditempat itu terjadi kegiatan pembuatan blok kapal bermula. Sedangkan beban emisi terendah terdapat di kantor HSE, dimana ditempat tersebut hanya menggunakan alat elektronik dengan daya rendah.

#### a. Emisi CO<sub>2</sub> total

Emisi CO<sub>2</sub> total didapat dari penambahan antara emisi CO<sub>2</sub> primer dengan emisi CO<sub>2</sub> sekunder. Dari proses penambahan ini didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 \text{ total} &= \text{emisi CO}_2 \text{ primer} + \text{emisi CO}_2 \text{ sekunder} \\ &= 5016,57 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} + 353.891,8278 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \\ &= 358.908,401 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}\end{aligned}$$

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Lokasi inventarisasi emisi paling besar berada di *assembly* dengan nilai 140.476,29 ton CO<sub>2</sub>/tahun
- Lokasi dengan inventarisasi emisi terendah berada di kantor HSE dengan nilai 180,57 ton CO<sub>2</sub>/tahun
- Galangan kapal ini memiliki nilai emisi CO<sub>2</sub> total sebesar 358.908,401 ton CO<sub>2</sub>/tahun

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu proses penelitian ini. Terutama untuk keluarga, selain itu juga untuk para pekerja di industri kapal di Lamongan yang turut membantu. Tidak lupa juga penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah banyak membantu.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Afiuddin, A. E., & Astuti, U. P. (2016). Perhitungan Emisi Karbon dan Kecukupan Ruang Terbuka Hijau di Lingkungan Kampus (Studi Kasus: Kampus Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya).
- Hardiyanti, F., & Rizal, M. (2017). STUDI BIAYA EMISI CO AKIBAT ADANYA RENCANA PENGEMBANGAN TRANSPORTASI MASSAL CEPAT (TREM) DI. Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa), 0(3). doi:<https://doi.org/10.22219/sentra.v0i3.1431>
- Hidup, K. L. (2012). *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*.
- Izzati Winda Murti, J. H. (2015). *Inventarisasi Dan Penentuan Kemampuan Serapan Emisi CO2 Oleh Ruang Terbuka Hijau Di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur*.
- IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories –Workbook (Volume 2)*. <http://www.ipcc.ch>
- Lapenangga, K. A. (2016). Perhitungan Jejak Karbon Bangunan Rumah Tinggal Tipe 45 m2 di Kota Kupang.
- Mira Tri Wulandari, H. P. (2013). Kajian Emisi CO2 Berdsarkan Penggunaan Energi Rumah Tangga sebagai Penyebab Pemanasan Global. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara
- SNI 19-7117.10-2005 Tentang Emisi Gas Buang-Sumber tidak Bergerak-Bagian 10: Cara Uji Konsentrasi CO, CO<sub>2</sub>, Dan O<sub>2</sub> dengan Peralatan Analis Ptomatik
- Suradji. (2010). pencemaran udara. 11.
- Wiedman, T., & Minx, J. (2007). A Definition of Carbon Footprint. *ISA UK Research*